

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti**

**Recyklace a využití vyřazených pneumatik
Tire Recycling and Usage of discarded Tires**

bakalářská práce

Autor:

Zoltán Pálmai

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Dagmar Čechová, Ph.D.

Most 2011

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

Zadání bakalářské práce

Student: **Zoltán Pálmai**
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 2102R013 Úprava surovin a recyklace
Téma: **Recyklace a využití vyřazených pneumatik**
Tire Recycling and Usage of discarded Tires

Zásady pro vypracování:

Úvod

1. Složení a využití pneumatik
2. Recyklace vyřazených pneumatik
3. Využití recyklovaných pneumatik

Závěr

Rozsah práce: 25 - 30 stran textu, 3 - 5 grafických příloh

Seznam doporučené odborné literatury:

měsíčník Odpady
Odpadové fórum
WASTE

Mikoláš, J.: *Recyklace průmyslových odpadů*, 1988, SNTL, Praha.

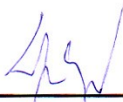
Tušil, P., Kořínek, R.: *LCA technologií recyklace pneumatik*. 2005, VÚV T.G.M., Praha.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Dagmar Čechová, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2010

Datum odevzdání: 30.04.2011


prof. Ing. Pavel Prokop, CSc.
vedoucí institutu





prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a §60 - školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§35 odst. 3)
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezentačnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěné v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attributions-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Mostě dne 29. 4. 2011


Zoltán Pálmai
podpis autora

Anotace

Bakalářská práce: „Recyklace a využití vyřazených pneumatik“. Autor Zoltán Pálmai, se v této bakalářské práci věnuje recyklaci pneumatik za účelem dalšího využití. V úvodu jsou popsány vlastnosti nových pneumatik, jejich materiální a fyzikálně – chemické složení, druhy a rozměry pneumatik, porovnávání různých konstrukčních technologií a jejich výhody a nevýhody. Další části jsou věnovány pneumatikám, ale nyní už ve fázi druhého života a to pod často používaným názvem „*End of Life Tyres – ELT*“. Veškeré zpracovatelské technologie jsou soustředěny na nakládání s vyřazenými pneumatikami. Na základě stále nových technologií a znalostí jsou popsány výrobní procesy zpracování a získané suroviny, které mají uplatnění nejen v průmyslu.

Klíčová slova: *End of Life Tyres – ELT, pneumatiky, zpracování, složení*

Summary

Heading of the Bachelor essay is Recycling and Usage of the Waste Tyres. Mr Zoltán Pálmai puts brain to recycling of tyres with the view of the further utilization. In the introduction qualities of new tyres, their material and physico-chemical structure, sorts and dimensions of tyres, constructive technology matching and their advantage and disadvantage are described. Next part is focused on the second stage of the tyres called “End of Life Tyres” –ELT. Total processed technology is concentrated on treatment of excluded tyres. On the bases of new technology and high knowledge there are characterizations of production process and gained secondary raw material, that is possible upgrading not only in industry.

Keywords: End of Life Tyres - ELT, tyres, process, structure

Obsah

1.	Úvod.....	- 1 -
2.	Složení a využití pneumatik.....	- 2 -
2.1.	Historie a význam pneumatik	- 2 -
2.2.	Složení pneumatik.....	- 2 -
2.2.1.	Materiálové složení pneumatik	- 2 -
2.2.2.	Fyzikálně – chemické složení	- 7 -
2.3.	Využití pneumatik.....	- 10 -
2.3.1.	Dělení pneumatik	- 10 -
2.3.2.	Výměna pneumatik	- 11 -
2.3.3.	Životnost pneumatik	- 11 -
3.	Recyklace vyřazených pneumatik	- 12 -
3.1.	Současný systém odpadového hospodářství v ČR.....	- 12 -
3.2.	Využití vyřazených pneumatik (end of life Tyres – dále jen ELT).....	- 12 -
3.3.	Energetické využití ELT	- 13 -
3.3.1.	Spalování v cementárnách	- 13 -
3.3.2.	Výroba elektrické energie	- 13 -
3.3.3.	Odpadové spalování.....	- 13 -
3.3.4.	Výroba páry	- 14 -
3.3.5.	Další způsoby využití.....	- 14 -
3.4.	Zpracování pro materiálové využití	- 14 -
3.4.1.	Výroba granulátu	- 14 -
3.4.2.	Drcení.....	- 15 -
3.4.3.	Regenerace.....	- 16 -
3.4.4.	Chemické zpracování - pyrolýza	- 16 -
3.4.5.	Ozonový rozklad.....	- 16 -
3.5.	Vulkanizace a protektorování pneumatik	- 17 -
3.5.1.	Vulkanizace	- 17 -
3.5.2.	Protektorování pneumatik.....	- 17 -
4.	Využití recyklovaných pneumatik	- 18 -
4.1.	Vývoj pneumatik v režimu odpadu.....	- 18 -
4.2.	Technologie recyklace pneumatik	- 20 -
4.2.1.	Hlavní výhody granulace na plochých matricích	- 21 -
4.3.	Materiálové využití a recyklace ELT.....	- 21 -
4.3.1.	Technologický proces zpracování pneumatik.....	- 21 -
4.3.2.	Výrobky pro sport a zábavu.....	- 25 -
4.3.3.	Výrobky pro dopravu a průmysl	- 28 -
4.3.4.	Využití hypotexu.....	- 30 -
4.3.5.	Technologie a vlastnosti sorpčních materiálů.....	- 30 -
5.	Závěr	- 32 -

1. Úvod

Úkolem bakalářské práce je objasnit problém hromadění odpadů a to jak celosvětově tak i v České republice. Odpadem, kterému se tato bakalářská práce věnuje, jsou pneumatiky, (ať už jsou to sjeté, nebo z nějakého jiného důvodu vyřazené.) Statistiky v tomto směru hovoří jasně v neprospěch životního prostředí.

Jedním z velkých problémů jsou nelegální skládky, které nesplňují téměř žádné bezpečnostní předpisy. Velmi často na nich dochází k požárům, které přerůstají v neřízené hoření jež má za následek produkci škodlivých látek, sazí, těžkých kovů zejména olovo. Pneumatiky jsou jakožto odpad ještě velmi bohaté na druhotné suroviny. Proto je v zájmu státu nutné, aby zajistil jejich zpětný odběr a také likvidaci nelegálních skládek, které dosahují až gigantických rozměrů. S určitostí ovšem víme, že i přes nedokonalou legislativu se pneumatiky vracejí v hojném počtu zpět k dalšímu využití.

Použité pneumatiky jsou problémem na území ČR, který je nutno řešit. Pochvalu si určitě zaslouží firma BARUM CONTINENTÁL, která jako výrobce s dominantním postavením na trhu, vyrobí přes 20 milionů kusů osobních i nákladních pneumatik ročně a zároveň pro ně zajišťuje i zpětný odběr.

2. Složení a využití pneumatik

2.1. Historie a význam pneumatik

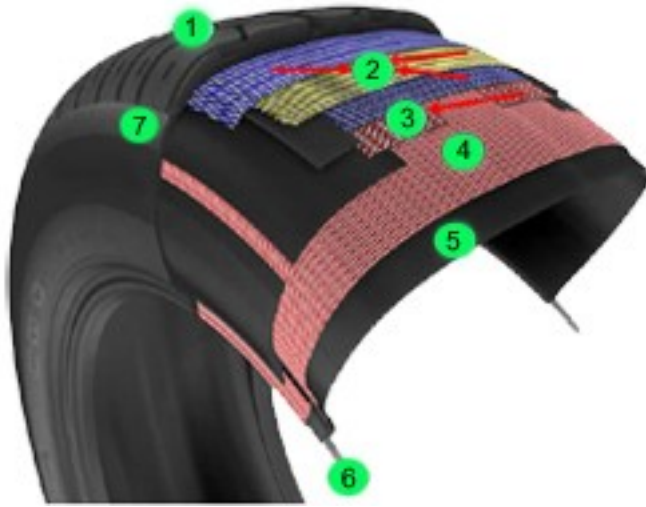
První pneumatika vznikla z hadice na vodu v roce 1887 a jejím autorem byl Angličan John Boyd Dunlop. Takto upravená kola učinila jízdu vozem mnohem pohodlnější. Hlavním úkolem pneumatik je přenést točivý moment na vozovku. Výroba pneumatik se od svého vzniku stále zvyšuje neboť narůstá množství dopravních prostředků. [14]

2.2. Složení pneumatik

Pneumatiky je třeba specifikovat několika pojmy: Pneumatika, Reifen (Luftreifen), tyre (GP), tire (US) je vrchní část nazývaná pláštěm, může být však i vyplněn duší, do které je vháněn vzduch či jiný plyn. Moderní automobily používají bezdušový plášť kde je ovšem vzduchový ventil nainstalovaný přímo na ráfek disku. Další bližší vysvětlení co je přesný pojem tohoto odpadu je právě a pouze plášť výše uvedené komodity. V evropské unii pro to vznikla odborná zkratka ELT (End of life tyre – volně přeloženo: pneumatika na konci svého života). [6]

2.2.1. Materiálové složení pneumatik

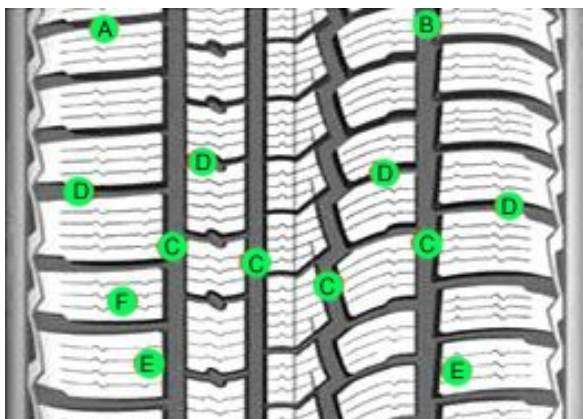
Pneumatika je složena z různých druhů materiálů, které mají odlišné vlastnosti a účely (obr. č. 1). Dá se říct, že kvalita jízdních vlastností závisí na jádru, které je vlastně srdcem celé pneumatiky. [10]



Obrázek 1 Jednotlivé části pneumatiky

1) Běhoun

Vrchní část pneumatiky, která obsahuje určitý vzorek a je v přímém kontaktu s vozovkou. (obr. č. 2). Je vystavena velkým tlakům, kterým musí odolávat. Materiál běhounů musí být složen tak, aby vyhovoval většině povrchům a co nejméně se opotřebovával, obrušoval, zahříval, a kladl minimální odpor, aby se zbytečně nezvyšovala spotřeba vozidla. Tloušťka běhounu by měla být co nejslabší, jinak by docházelo k nadměrnému zahřívání celé pneumatiky. Výrobci proto musí volit určitý kompromis. Tloušťku běhounu zvolí tak, že drážka se vzorkem tvoří něco kolem 80 procent a samotná hmota pak asi 20 procent. Nákladní pneumatiky jsou konstruovány jinak. Tloušťka běhounu je připravena na prořezání vzorku a tím se prodlouží životnost pneumatik. U osobních vozů je z důvodu konstrukce prořezávání zcela zakázáno. [12]



Obrázek 2 Detail vzorku pneumatiky

- A) vnější zóna – velmi namáhaná v zatáčkách, je tvořena z velmi pevného materiálu, který má za úkol zajistit co nejlepší jízdní vlastnosti a dobré manévrování.
- B) Vnitřní zóna – tyto drážky napomáhají odvodu vody při jízdě na mokrému povrchu, dále pak zlepšují účinek akcelerace a brzd na sněhu.
- C) Obvodové drážky – zpravidla jich bývá více, na konkrétním obrázku jsou 4. Hlavním úkolem je zajistit stabilitu a držení směru jízdy a odvod vody z pneumatiky.
- D) Příčné drážky – jsou záměrně umístěny napříč pneumatikou a mají za úkol zlepšovat jízdní vlastnosti na sněhu a za mokrého počasí.
- E) Technologie bloků – záměrně různě veliké bloky zajišťují eliminaci hluku při jízdě a brždění.
- F) Lamelace – zvyšuje účinek akcelerace a brzd [12]

2) Nárazníky

Jedná se o velmi propracovanou úpravu ocelových lanek s velmi jemnou strukturou, která jsou spojkou mezi dvěma vrstvami pryže. Tyto dvě vrstvy (může jich být i více) jsou zafixovány k sobě a zároveň k celé ploše běhounu, a bývá mezi nimi úhel asi 60 stupňů. Metoda nazývaná triangulace je velmi důležitá pro pevnost koruny. Tvoří ji ocelová lanka, která jsou protkána skrze tkaninu pláště a tím vytvářejí velmi pevné výstužné trojúhelníky. [12]

3) Korunové zesilující nárazníky

Tyto nárazníky jsou nepostradatelné v zatáčkách, ve kterých dochází ke smyku vozidla. Nárazníky snižují úhel smyku a tím dochází k mnohem lepší kontrole nad

vozidlem v zatáčce. Vůz je mnohem stabilnější a jízda je mnohem bezpečnější. [12]
[10]

4) Kostra (srdce) pneumatiky

Jedná se o část pneumatiky, která je skutečným srdcem celého systému. V ní jsou hlavní rozdíly mezi pneumatikami nákladních automobilů a osobních automobilů. U osobních vozů se používají textilní vlákna a u nákladních vozů se jedná ve většině případů o vlákna ocelová. Kostra pneumatiky obsahuje asi 1400 vláken a je jednou z hlavních složek, které mají za úkol zajišťovat odolnost proti tlakům. Kordová vložka je zhotovena z aramidových, viskóзовých a skelných vláken, která bývají pogumována již během výrobního procesu. Kostra určuje důležité vlastnosti vozidla, např:

- jízdní vlastnosti
- nosnost
- maximální rychlost

5) Vrstva vzduchotěsné pryže (syntetické), vnitřní vložka

Tuto část najdeme uvnitř pneumatiky a jejím hlavním úkolem je možnost nahrazení duše, která se používala již v minulosti a to u straších tipů pneumatik. V dnešní době se už duše téměř nepoužívají, alespoň u osobních automobilů je nahradily pneumatiky bezdušové.

6) Patka pláště

Jejím hlavním úkolem je přenést točivý moment a také brždění, které vzniká mezi pneumatikou a ráfkem, až na styčnou plochu s vozovkou. Tato patní lana, která jsou umístěna na vnitřním okraji směrem k ráfku, mají cíl udržet pneumatiku na ráfku. [12]

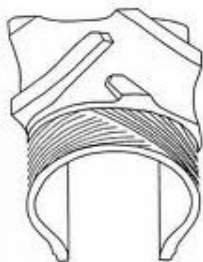
7) Odolné a ohebné pryžové bočnice

Úkolem těchto bočnic není nic jiného než chránit pneumatiku proti nárazům, které by ji mohly zcela znehodnotit. Většinou se jedná o menší nárazy, které vznikají při parkování, kde hrozí střet s obrubníky, a nebo také vjezdy do výmolů, či výtluků. Jednoduše řešeno jedná se o místo, kde se setkává pneumatika s ráfkem, a to je zpevněno tvrdou gumou. [7]

Výroba pneumatik prošla od svého vzniku rozsáhlými změnami. Používá se jiný materiál, obměnil se systém kladení vláken. Na začátku výroby pneumatik se používal irský len, který byl později nahrazen bavlnou. Po příchodu umělých vláken a ocelových kordů bylo od těchto materiálů zcela upuštěno. V dnešní době se nejčastěji používají např. polyesterový kord, polyamidový kord, kevlarový kord, rayon. Pneumatiky nazývané Steel mají nárazník vyztužený kordem a u pneumatik s označením All Steel jsou ocelovým kordem vyztuženy i celé kostry. [12]

Dalším označením jsou pneumatiky dle uspořádání kordových lanek v kostře.

- 1) diagonální uspořádání – jejich uspořádání je v různě kladených vrstvách přes sebe a to křížováním v úhlu 30 – 40 stupňů. Jsou zkonstruovány tak, že nemívají nárazník, protože ho nahrazuje diagonální systém kordových vláken v kostře pneumatiky. U těchto pneumatik docházelo k většímu zahřívání a to je dané deformací vláken, které se při namáhání posouvají. (obr. č. 3)



Obrázek 3 Diagonální technologie

- 2) Radiální uspořádání – technologie kordových vložek jsou instalovány od patky k patce. Zde se o obvodové síly starají nárazníky, v nichž jsou vrstvy kordů kladeny kolmo na rovinu rotace pneumatiky. (obr. č. 4)



Obrázek 4 Radiální technologie

Jak diagonální tak radiální pneumatiky mají své výhody a nevýhody. Každá z nich se hodí k jinému účelu. Radiální pneumatiky mnohem lépe zachycují boční síly, tak je při zatížení poměrně velká část radiálního pláště v kontaktu s povrchem. Další výhodou jsou nárazníky, které zaručují větší pevnost pláště. Pokud sečteme klady radiálních pneumatik, zjistíme, že mají lepší adhezi, větší odolnost proti průrazům, mají menší valivý odpor a také větší životnost. K záporům patří vyšší výrobní cena, větší hlučnost na hrubém terénu a možnost výrazného opotřebení při špatném nahuštění.

Přes všechny tyto nevýhody radiální pneumatiky prakticky diagonální úplně vytlačily. Výjimku tvoří pouze zemědělské stroje, a některé pracovní stroje u kterých neočekáváme vysokou rychlost. Zemědělská mechanizace se pohybuje po nezpevněných terénech, kde potřebujeme přenášet velké boční síly při nízkých rychlostech, proto je zde diagonální plášť na místě, jelikož zde působí jako tlumicí systém obvodových sil. Pro nízké rychlosti je nestabilita při působení těchto sil téměř zanedbatelná a bezpečnost jízdy to nijak neovlivní. [12]

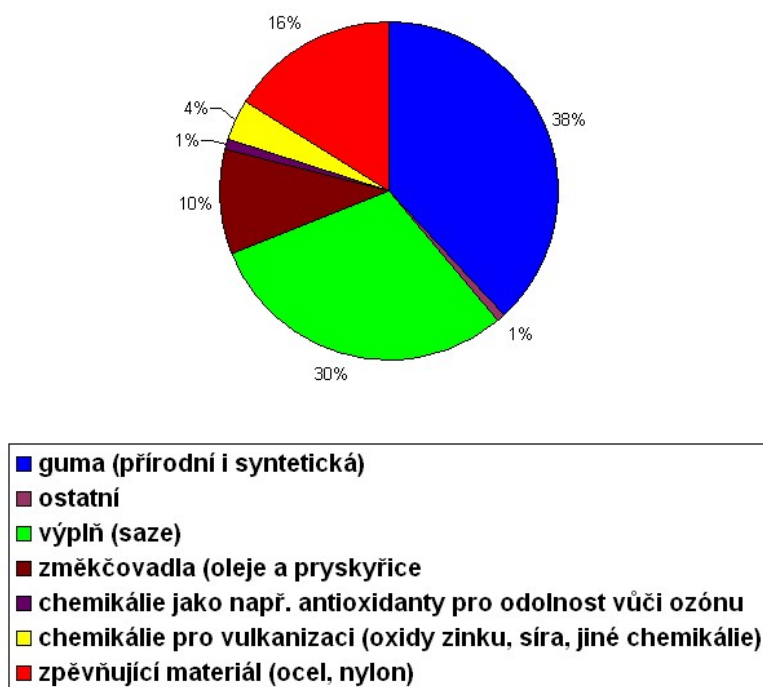
2.2.2. Fyzikálně – chemické složení

Hlavní suroviny pro výrobu pneumatiky jsou:

- chemická vlákna
- přírodní vlákna
- kaučuk (elastomery)
- ocel
- různé druhy přísad do kaučuků

Samotné pneumatiky jsou složeny z mnoha surovin. Nejčastěji je tvoří velké množství kaučuků syntetického i přírodního složení. Kaučuky jsou používány v hojném počtu a patří k nim např. butadienový kaučuk, isoprenový kaučuk a butadien-styrenový kaučuk. Dalšími surovinami jsou již zmiňované saze, různá změkčovadla, kterými jsou velmi často minerální oleje a také antioxidanty. Velice důležitou složku tvoří vulkanizační chemická činidla, což bývají nejčastěji urychlovače vulkanizace, síra a aktivátory např. oxid zinečnatý. [12]

Složení pneumatik



Obrázek 5 Chemické složení pneumatik

Pro výrobu pneumatiky je zapotřebí jen těch nejkvalitnějších materiálů, aby byla zajištěna bezpečnost a životnost pneumatiky. Použité suroviny významně ovlivňují kvalitu pneumatiky. To, jak se pneumatiky vyrábějí, je výrobním tajemstvím. Orientační strukturu představuje obr. č. 2. Podle změn poměru různých surovin měníme zásadně vlastnosti pneumatik.

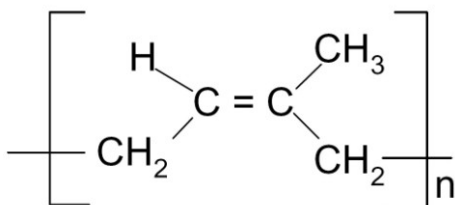
Můžeme tak docílit většího koeficientu obrazivosti, tvrdosti, čímž získáváme menší či větší tření, přidáváním minerálních olejů dochází ke změkčování pryže za cenu možných změn v třecích vlastnostech atd.

Základní a klíčovou složkou je kaučuk, který tvoří hlavní stavební materiál pro výrobu pryže. Materiály toho typu jsou nazývány elastomery. Jsou to látky, které se dokáží vlivem mechanických sil vrátit do původního stavu.

1) Přírodní kaučuk

Tento materiál je znám už od 15. století a to díky objevným plavbám K. Kolumba do Jižní Ameriky. Získává se z kaučukovníku pěstovaného v tropickém pásmu na

plantážích. V současné době se vyskytují hlavně v jihovýchodní Asii. Latex obsahující kaučuk se získává naříznutím kůry stromu. Za pomoci kyseliny mravenčí se vysráží, vypere ve vodě a usuší. Tímto způsobem lze z jednoho stromu vyzískat 5 – 8 kg kaučuku. Přírodní kaučuk je stále žádaný a to navzdory umělým kaučukům, kterých je celá řada. Má totiž specifické vlastnosti a nezanedbatelná je i jeho příznivá cena. (obr. č. 6)



Obrázek 6 Obecný vzorec přírodního kaučuku

2) Syntetický kaučuk

Nenahrazuje přírodní kaučuk, ale pro své mechanické a fyzické vlastnosti je vhodný na výrobu pneumatik. Výhodou oproti přírodnímu kaučuku je jeho odolnost vůči výkyvu teplot a působení olejů. Mezi nejčastěji využívané syntetické kaučuky patří kaučuk izoprenový, butadienstyrenový a butadienový. Při oxidační reakci, čili při hoření se poměrně velká část přeměňuje na saze a oxidy uhlíku. Dále při této reakci vznikají např. toluen, styren, aromatické látky, butadien, benzen a fenylacetylen. Síra, která je také obsažena, reaguje na oxid siřičitý a siřné deriváty, mezi které patří thiofen. [1]

Izoprenový kaučuk – Je velmi podobný přírodnímu kaučuku, jedná se o syntetický polymer. Do běhounů se nepoužívá, protože má nižší odolnost vůči oděru.

Butadienstyrenový kaučuk – Je jeden z nejdůležitějších druhů syntetických kaučuků v průmyslu. Vyrábí se v emulzní nebo roztočové polymeraci.

Butadienový kaučuk – Je nepostradatelnou syntetickou součástí pneumatik. Má dobrou odrazivost a je stabilní při vyšších teplotách.

2.3. Využití pneumatik

Hlavním odběratelem pneumatik je určitě automobilový průmysl. Jejich životnost je ovlivněna stylem jízdy, kvalitou terénu či přírodními vlivy.

Rozlišujícím faktorem jsou rozměry, které se udávají v palcích a milimetrech. Pneumatika má 3 hlavní rozměry. Celkový rozměr pneumatiky se nejčastěji udává v palcích (1 palec = 2,54 cm), dále pak se uvádí její šíře, která stanoví styčnou plochu s vozovkou. Posledním rozměrem je výška od ráfku k okraji pneumatiky. Údaje se měří v milimetrech.

2.3.1. Dělení pneumatik

Pneumatiky se dělí podle těchto parametrů:

1) použitého materiálu ve vzorku

- terénní vzorek (pro nezpevněné povrchy)
- letní vzor a materiál
- zimní vzor a materiál

2) výrobní technologie

- radiální
- diagonální
- semiradiální
- speciální
- bezdušové
- s duší

3) užití

- pneumatiky pro osobní automobily
- pneumatiky pro nákladní automobily
- pneumatiky pro autobusy
- pneumatiky pro přípojná vozidla (vleky, vozíky, návěsy atd.)
- pneumatiky pro zemědělskou techniku
- pneumatiky pro jednostopá vozidla
- pneumatiky pro speciální vozidla

[12]

2.3.2. Výměna pneumatik

Každá pneumatika má svou životnost, která závisí na mnoha faktorech. Její výměna je dána jejím technickým stavem. Prvním ukazatelem je hloubka vzorku (desénu), která je v ČR daná zákonem a nesmí být nižší než 1,6 mm. Výměna je nutná i při střídání ročních období (letní a zimní pneumatiky.)

Je dost pravděpodobné, že opotřebování pneumatik není rovnoměrné což bývá způsobeno kvalitou jízdy, zatížením, terénem atd. Rozdílné bývá opotřebení u náprav hnacích a u náprav hnaných.

Za určitých podmínek lze pneumatiku měnit kus za kus, ale je třeba použít naprosto stejný tip pneumatiky od stejného výrobce. Dále lze měnit pneumatiky na celé nápravě, ovšem při dodržení rozměrů shodných s pneumatikami na ostatních nápravách.

Letní pneumatiky

Jejich maximální využití je zhruba od poloviny dubna do poloviny října, kdy je průměrná teplota vyšší než 5 stupňů Celsia. Letní pneumatiky se liší svým desénem a použitým materiálem.

Zimní pneumatiky

Tyto pneumatiky jsou svou konstrukcí a desénem mnohem lépe přizpůsobeny zimnímu období. Používají se od poloviny října do poloviny dubna. Jsou zapotřebí tehdy, když klesá teplota pod 5 stupňů Celsia. Jsou vyrobeny z jiného materiálu, který by při vyšších teplotách byl příčinou menší stabilitou vozu.

Ostatní druhy pneumatik

Téměř každé vozidlo využívá kovových ráfků, na něž jsou nasazeny pneumatiky, s výjimkou velké stavební techniky, kde se můžeme setkat s pásovým pohonem. Z toho vyplývá, že existuje velké množství pneumatik, které se uplatňují u různých dopravních prostředků. (osobní automobily, lehké nákladní vozy do 3,5 tun, kamiony apod.)

2.3.3. Životnost pneumatik

Výrobci uvádějí, že životnost pneumatiky je omezena ujetím asi 40 – 70 tis. km. Mezi vlivy, které ovlivňují životnost pneumatiky řadíme počasí, neboť při vyšších

teplotách dochází k většímu oděru pláště. Také přímý kontakt pneumatiky s oleji a různými typy maziv narušuje povrch a strukturu pryže.

Životnost pneumatiky rovněž výrazně ovlivňuje správné nahuštění. U osobních automobilů by se měl tlak pohybovat kolem 2 – 3 atm. u nákladních vozů kolem 9 – 10 atm.

Mezi častá poškození a pneumatik řadíme:

- a) ojetý střed běhounu – pneumatika byla přetlakována
- b) vybroušená plocha – vzniká při silném brždění, kdy se pneumatika zablokuje
- c) pneumatika je nepravidelně opotřebována – závada je na tlumičích či uložení řízení
- d) ojetý jeden kraj běhounu – špatně seřízená geometrie
- e) ojeté kraje pneumatiky – příliš nízký tlak v pneumatikách

3. Recyklace vyřazených pneumatik

3.1. Současný systém odpadového hospodářství v ČR

Právní systém v ČR o zpětném odběru podléhá právnímu předpisu. (všechny ve znění pozdějších předpisů): Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a změně některých zákonů - § 38 zpětný odběr určitých výrobků, kde pneumatiky patří mezi odpad s povinností zpětného odběru. [17] Vyhláška 353/2005 Sb. zahrnuje pneumatiky mezi výrobky se zpětným odběrem. Tato vyhláška je novelizovanou vyhláškou č. 237/2002 Sb., o podrobnostech způsobu provedení zpětného odběru některých výrobků. [1] Pneumatiky jsou zahrnuty v seznamu odpadů, které je zakázáno ukládat na skládky. Za určitých podmínek je možno pneumatiky ukládat, dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využití a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.

3.2. Využití vyřazených pneumatik (end of life Tyres – dále jen ELT)

Při výrobě většiny produktů se využívá surovin získaných z přírody. Jakmile doslouží, vracejí se do přírody jako odpad. V současné době narůstá snaha, aby co nejvíce odpadů bylo recyklováno. Výjimkou nejsou ani vyřazené pneumatiky. Na celém světě se ročně nahromadí asi jedna miliarda vyřazených ELT, které je možné recyklovat a nebo jejich spalováním získávat energii. Dnes jsou nejčastější tyto formy využití ELT:

pyrolýza, protektorování, regenerace, energetické využití, granulát, technický materiál na zpevnění skládek. [6] [4]

Vzhledem k výhřevnosti z 12 % opotřebované pneumatiky (celá 27 GJ/t, zbavená ocelových částí 32 GJ/t), je cenným zdrojem velké energie, která se dá využít k výrobě tepla a elektrické energie. Subjekty s tím spojené si to velmi dobře uvědomují. Jedna z největších firem na tuzemském trhu je firma TASY s.r.o., která se zabývá sběrem ELT a to jak na území ČR, tak i na Slovensku. V roce 2007 využila přes 32 tisíc tun ELT jako palivo v cementářských pecích. [6]

3.3. Energetické využití ELT

V dnešní době se hojně využívá způsob zpracování ELT za účelem získání energie. Spalováním ELT lze ušetřit finanční prostředky poskytované na dražší alternativní zdroje. [6] [4]

3.3.1. Spalování v cementárnách

Zde ELT hrají podstatnou roli a jsou využívány jako náhrada za zemní plyn. Výhodou je možnost spalovat celé ELT, které jsou stabilním bezodpadovým systémem, což představuje významnou úsporu neobnovitelných přírodních a energetických zdrojů. Zastoupení oceli v pneumatikách významně přispívá ke zvýšení kvality cementu. Síra, která vznikne, se naváže na alkalické složky cementu. Celkové spalování vede ke kompletní likvidaci bez jiného materiálního využití. [6] [18]

3.3.2. Výroba elektrické energie

K výrobě elektrické energie dochází v elektrárnách, které jsou přímo navrženy na spalování ELT a mají za úkol šetřit neobnovitelné přírodní zdroje. Zatím je podíl takto vyrobené energie zanedbatelný. [6]

3.3.3. Odpadové spalování

ELT mohou tvořit až 10 procent z celkového množství spalovaného odpadu. Podíl ELT ve spalovnách ovlivňují ostatní faktory spalovaného odpadu. Hlavním úkolem ovšem není spalování ELT, i když teplo z této komodity určitě svou úlohu má, ale pro nás je mnohem cennější zpracování materiální. Poměr mezi výhřevností a vlastní výrobou nových pneumatik je velmi vysoký, navíc se bez dalšího využití vytrácí ostatní chemické suroviny, proto není spalování vždy ideální. V tomto procesu hrají také velmi důležitou

roli velmi přísné emisní limity, na které je potřeba brát zřetel. Každý technologický systém, který se zabývá spalováním ELT, musí striktně tyto podmínky dodržovat. Spalovací systém musí být zabezpečen tak, aby nedocházelo k porušování emisních limitů. Snahou každého subjektů je maximální snižování emisí. V České republice se zabývá spalováním odpadu společnost Sako Brno a.s.[1]

3.3.4. Výroba páry

Pára, která se získává spalováním ELT, je využívána v průmyslu při protektorování pláštů pneumatik. [6]

3.3.5. Další způsoby využití

Pneumatiky, které se nehodí ani k jednomu způsobu zpracování vzhledem k velkým rozměrům nebo hmotnosti jsou využívány například při rekultivacích skládek, odkališť apod. Zde je možno využít buď celé pneumatiky, nebo se používají tzv. řízky o rozměrech 10 – 30 cm.

3.4. Zpracování pro materiálové využití

Podle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, dáváme přednost materiálovému využití před energetickým. Při materiálovém využití nepřicházíme o cenné suroviny, které jsou použity k výrobě pneumatik. Tímto zpracováním je možno část surovin získat zpět a znovu je využít v gumárenském průmyslu. Vždy se zpracovává pouze plášť opotřebovaných pneumatik. [6]

3.4.1. Výroba granulátu

V současné době jsou známy dva způsoby granulace.

1) granulace za normální teploty

V tomto případě se jedná se o několikanásobné mletí ELT za normální teploty, přičemž dochází k rozřezání pneumatik na kusy o rozměrech asi 50 x 50 mm. Pneumatiky větších rozměrů se nejdříve rozřezou podélně a vytrhnou se z nich ocelová patní lana, aby se zamezilo zbytečnému opotřebování sekacího stroje. Takto získaný ocelový šrot se dále využívá v hutích. Za hlavní sekací technologií jsou řazeny další zpracovatelské linky, které produkují granulát dle našich požadavků. (obr. č. 7, tabulka č. 1.) [4] [13]



Obrázek 7 Frekce granulometrie od 0,8 mm - 6,5 mm

stupeň	frakce granulátu
0	< 0,8 mm moučka
1	0,80 – 1,25 mm
2	1,25 – 1,80 mm
3	1,80 – 2,75 mm
4	2,75 – 3,50 mm
5	3,50 – 6,50 mm
6	> 6,50 mm

Tabulka 1 Frakce granulometrie

2) kryogenní metoda

Tato metoda spočívá v mletí pneumatik za pomoci hlubokého zmrazení kapalným dusíkem na teplotu – 80°C.

Granulát je využíván při tvorbě silničních povrchů, kdy je přidáván do asfaltových vrstev. Ve vyspělejších zemích je drcená guma zakomponována do systému asfaltobetonových povrchů již řadu let. Mnoho našich expertů se o tuto technologii rovněž velmi vážně zajímá. Evropská asociace, která se zabývá právě recyklací pneumatik, považuje výstavbu silnic s příměsí gumy za velmi lukrativní a věří, že použitá technologie je převratem 21. století.

V České republice jsou asfaltobetonové směsi s přídatkem drcené gumy uznané přímo předpisem TP 148, který byl vydán Ministerstvem dopravy v květnu 2001. Asfaltobetonové směsi ve své podstatě zaručují bezpečnost a trvanlivost a to za cenu, která je nižší než průměrná cena typických asfaltových povrchů.

Zvyšování použitelnosti tohoto materiálu by rozhodně pomohla větší podpora státu, který by měl zvýhodňovat firmy používající zhutněný asfaltobeton a tím motivovat subjekty, které zatím nijak nechtějí měnit své pracovní technologie. [4] [13]

3.4.2. Drcení

K separaci tří hlavních složek ELT tedy oceli textilu a pryže se využívá drcení. To je rovněž využíváno, aby byla usnadněna doprava i manipulace. Drcení je další

manipulace, která se samozřejmě promítne do celkové ceny, proto je třeba postup správně ekonomicky vyhodnotit.[19]

3.4.3. Regenerace

Regenerace je chemický proces, kterým se devulkanizuje pryž a takto získaná surovina se opět použije k výrobě nových produktů zejména v gumárenském průmyslu. Ani touto metodou však není možné získat kaučuk v původním stavu. [19]

3.4.4. Chemické zpracování - pyrolýza

Tato výrobní technologie spočívá ve štěpení molekul mezi atomy uhlíku a vodíku. Průběh těchto chemických reakcí probíhá v reaktorech za vyšších teplot a bez přístupu kyslíku. Fyzikálně-chemické postupy a kondenzace oddělí jednotlivé složky. Na pyrolýze je závislá kvalita vzniklých produktů. Dalším vedlejším produktem pyrolýzy je plyn, který je možno využít jako zdroj tepelné energie. Dalšími produkty jsou např. lehký topný olej, těžké oleje, saze, dehet, ocelový šrot, toluen, oleje s obsahem alkanů, xylen, metan atd. [19]

3.4.5. Ozonový rozklad

Ozonový rozklad je jednou z nejmladších technologií na zpracování pneumatik. Zcela se liší od předchozích metod. Zajímavostí je, že není potřeba žádných mechanických ani termických příprav. Odpadá rozsekávání, mletí či jiné zpracování. Vzhledem k tomu tato metoda přináší mnoho úspor.

Hlavním princip je znám již z výroby, kdy je nutné pneumatiky chránit antioxidanty před ozónem. Ozón, (kterým jsme neustále obklopeni), je pro pneumatiku velkým nebezpečím. Negativně působí na dvojité vazby, což má za následek její rozklad a znehodnocení. Poškození se projeví po určité době, kdy pneumatika volně leží na vzduchu. Zpracovatelská linka využívá vysoké koncentrace ozónu a tím celý proces velmi urychlí. Během pár desítek minut, kdy se guma posouvá celou linkou, dochází k destrukci gumy. Na konci z této linky vycházejí jen kovové části pneumatik. [20]

3.5. Vulkanizace a protektorování pneumatik

3.5.1. Vulkanizace

Proces vulkanizace je fyzikálně chemický děj, u kterého působením vulkanizačního činidla dojde ke změně ve struktuře elastomeru. Elastomer, kterým je v tomto případě kaučuk, se přemění na pryž.

3.5.2. Protektorování pneumatik

Tuto metodu lze uplatnit jen na částečně opotřebovaných pneumatikách, u kterých je tloušťka běhounu na spodním povoleném limitu. Oprava spočívá navulkanizováním nového pláště. Snahou je prodloužit životnost pneumatik a tím snížit spotřebu surové ropy téměř o jednu sedminu. Zanedbatelné není ani ušetření cca 80 procent surovin a energie potřebných k výrobě nové pneumatiky. Pneumatiky pro osobní automobily se protektují jedenkrát, letadlové pneumatiky se dají protektorovat až osmkrát, autobusové třikrát a pneumatiky pro nákladní vozy až čtyřikrát. K protektorování pneumatik se používají dvě metody - protektor za tepla nebo za studena. Než lze použít nějakou z metod je zapotřebí několik výrobních procesů: [6] [4]

- zdrsňení metodou drásání (vznik vedlejšího produktu)
- kontrola koster
- segregace koster
- vysoušení
- chemické narušení (naleptáním povrchu pneumatiky)
- obnova běhounu a bočnic
- vulkanizace běhounu
- konečná kontrola na výstupu

Protektorování za tepla – Provádí se na protektorovacím lisu při tlaku 1,3 – 1,7 MPa a teplotě 140 – 150 °C.

Protektorování za studena – Předvulkanizovaný běhoun se nanese na připravený plášť. Celý proces probíhá v autoklávu při tlaku 455 – 500 kPa a teplotě 110 – 115 °C.

Protektorování také prošlo významnými změnami. Špičkové firmy vyrábějí protektory, které dosahují vynikající kvality a jsou srovnatelným konkurentem pneumatikám novým. Protektorováním se obnoví asi 12 procent pneumatiky. [4]

Výhody protektorování:

- úspora surovin a energií
- snižování množství vyřazených ELT
- delší životnost pneumatiky

Nevýhody protektorování:

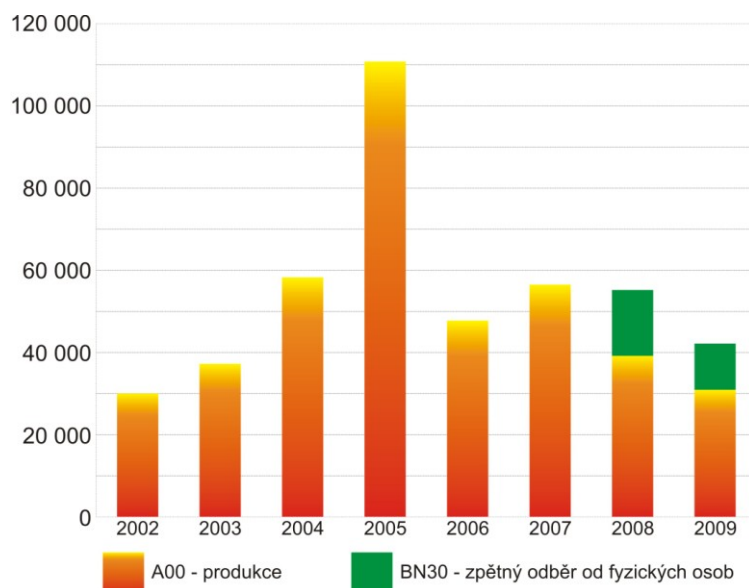
- malé využití
- přísné bezpečnostní předpisy v provozu
- nízká možnost rozšíření protektoru

4. Využití recyklovaných pneumatik

Podstatná část odborné veřejnosti se přiklání k recyklaci pneumatik za účelem výroby pneumatik nových. Zatím ale energie vynaložená na získání surovin z jejich recyklace je častokrát dražší než výroba nových pneumatik. Dalším záporem je i to, že ne všechny suroviny získané touto cestou se hodí k výrobě nových pneumatik. Pneumatiky se tedy zatím jeví jako levný zdroj tepla, což zřejmě potrvá do doby, než dojde k úpravě zákona o spalování odpadů.

4.1. Vývoj pneumatik v režimu odpadu

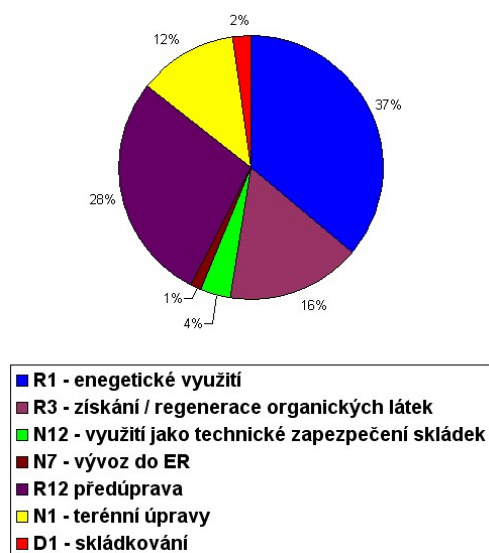
Veškerá produkce vyřazených pneumatik (a to těch které jsou v režimu odpadů, tak i pneumatiky ve zpětném odpadu) se v posledních letech pohybuje v rozmezí 40 – 60 tisíc tun. Největší nárůst byl zaznamenán v roce 2005, kdy dosáhl výše více jak 110 tisíc tun. Od roku 2007 pozorujeme postupný pokles produkce vyřazeným pneumatik. (Obr. č. 8.) [7]



Obrázek 8 Produkce vyřazených pneumatik v ČR

Pětiprocentní snížení zaznamenáváme v letech 2007 a 2008, a také v letech 2008, 2009 kdy došlo k poklesu o 24 procent. Přičemž podíl zpětného odběru v letech 2008 a 2009 je někde pod hranicí 30 procent. Nakládání s pneumatikami v roce 2009 (obr. č. 9) [7]

Nakládání s pneumatikami v roce 2009



Obrázek 9 Nakládání s pneumatikami v roce 2009

Představu o produkci a o nakládání s vyřazenými pneumatikami poskytuje tabulka, která velmi dobře popisuje skutečnost na území ČR. (tabulka č. 2) Využití pneumatik se

každý rok mění. Tato komodita se přelévá do různých produkcí. V posledních letech se například zvyšuje podíl předúpravy. [7]

K velkému nárůstu došlo rovněž u způsobu nakládání R3 (získání / regenerace organických látek), což bylo ovlivněno novými technologickými postupy, které se stále zdokonalují.

ROK	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
R1 - energetické využití	17 300	17 042	18 050	20 624	27 991	25 183	36 337	34 068
R12 - předúprava	0	5 924	18 271	17 659	17 399	16 870	24 690	26 239
R3 - získání / regenerace org. Látek	1 670	2 495	2 703	2 407	268	255	10 729	15 384
N1 - terénní úpravy	5 337	7 548	7 216	14 406	870	15 951	21 459	11 491
N12 - využití jako TZS na sládkách	0	0	0	1 228	2 682	4 307	2 977	3 471
D1 - skládkování	1 632	1 761	1 403	1 470	667	384	389	2 189
N7 - vývoz do EU	0	0	65	86	252	11	1 262	1 340
Celkové využití v tisících tun	25 939	34 770	47 708	57 880	50 129	62 961	97 843	94 182

Tabulka 2 Vývoj nakládání a produkce s vyřazenými pneumatikami

Pneumatiky jsou velmi zajímavou komoditou v odpadovém hospodářství a mají v tomto směru veliký potenciál. Rychle se rozvíjející ekonomika nám zajišťuje stálý a dostatečný přísun této suroviny pro různá odvětví průmyslu, která se touto komoditou zabývají. Je patrné, že postupem času bude převažovat materiální využití a energetické se bude postupně snižovat. [7]

4.2. Technologie recyklace pneumatik

Mezi nejzkušenější subjekty, které se již dlouhodobě věnují tomuto zpracování pneumatik patří sousední Německo. Technické zázemí v této zemi je znatelně na vyšší úrovni než v ČR. Současně Německo vyvíjí stále nové metody recyklace. Jedna z firem věnující se dlouholetému výzkumu tohoto oboru vynalezla novou metodu recyklace, která umožňuje granulovat mnohem efektivněji a bez přidání dusíku. [8]

Tato metoda je energeticky méně náročná, mnohem více efektivní a finančně srovnatelná s běžnými způsoby recyklace. Německo produkuje ročně až 600 tisíc tun pneumatik, u nás se produkce pohybuje kolem 50 tisíc tun pneumatik ročně. Tak jako u nás i v Německu byly pneumatiky většinou využívány ve spalovnách, nebo jako přísada do alternativních paliv.

Po zákazu ukládání pneumatik na skládky se muselo přejít k opatření, které vedlo k hledání nových strategií na recyklaci pneumatik. Jako nejúčinnější se ukázalo zpracování

pneumatik granulací. Pak už nastupuje nová metoda, kterou je mletí za tepla. Je ekonomicky výhodnější než jiné způsoby drcení. [8]

K mletí pneumatik za tepla jsou navrženy speciální lis, které jsou vybaveny plochými maticemi. Vše probíhá bez přidávání dusíku. Velikost frakce se pohybuje od 0,4 mm až 6 mm. Díky této metodě lze ušetřit až 80 eur na jednu tunu. Výkon celé technologické linky se představuje cca 15 tisíc tun ročně při plném provozu. Lze tedy říci, že ročně je možno zpracovat 25 tisíc kusů pneumatik z nákladních vozů a 1,8 milionů kusů pneumatik z osobních. [8]

4.2.1. Hlavní výhody granulace na plochých maticích

- nízké provozní náklady
- samostatně řízené mazání lisu
- kompaktnost zařízení
- malé opotřebení granulčních nástrojů
- konstantní výkon celé soustavy [8]

4.3. Materiálové využití a recyklace ELT

V tomto případě jsou ELT využívány k jinému účelu, než pro který byly vyrobeny. Sloučí pak jako konstrukční materiál při budování skládek, nebo jako nárazníky na lodích, či jako tlumiče nárazu při automobilových závodech. [4]

4.3.1. Technologický proces zpracování pneumatik

Přivezené pneumatiky se sypou na pásový dopravník k předdrticímu zařízení, kde dochází k drcení na menší kousky s frakcí 50 x 50 mm. Takto nadrcená frakce už putuje dopravníkem k mletí za pomoci lisu s plochou maticí. Zde vznikají stříhové síly, které rozemelou předdrcený materiál a zároveň oddělí jednotlivé frakce. Tlakové síly jsou předávány hydraulickým systémem. [9]

Kovové části se oddělují magnetem a jemné části frakce propadnou sítím k dalšímu čištění. Celý proces se opakuje dokud není zpracována celá vsázka materiálu a není dosažena požadovaná velikost.

Na konci celého procesu jsou získané produkty v tomto složení:

- ocelový šrot – cca 15 %
- pryžový granulát 4 – 6 mm – cca 25 %

- pryžový granulát menší než 1,8 mm – cca 10 %
- pryžový granulát 1,5 – 4 mm – cca 30 %
- směs textilu a pryže – cca 20 %

Hlavní zpracovatelské technologie pro zpracování pneumatik



Obrázek 10 Sekací stroj

Při prvním stupni rozsekání v sekacím stroji (obr. č. 10) dochází především ke zmenšení rozměrů pneumatik. Tento stroj disponuje velkým výkonem zpracování. Motor o výkonu 160 kilowatt zajistí rozsekání kompletních pneumatik osobních i nákladních automobilů a to na rozměry od 15 do 30 cm. [9]



Obrázek 11 Předdrťící technologie

Tento stroj (obr. č. 11) je drťící zařízení, který zajišťuje první stupeň granulace. Lze ho využívat v středně rychlém a rychlém chodu a je vhodný při separaci oceli v pneumatikách. Díky své konstrukci dokáže oddělit až 98 procent obsahu ocelových částí, což je velmi důležité pro další zpracování pryžového granulátu. [9]



Obrázek 12 Granulátor

Granulátor (obr. č. 12) je vysokorychlostní stroj s jednou hřídelí, který má za úkol dva stupně zpracování. Nejdříve dojde k prvnímu stupni granulace, při které se uvolní až 50 % z obsahu textilu v pneumatikách. Materiál dál putuje k magnetické separaci, kde se zbavíme uvolněné oceli. Dále pak putuje ke druhé granulaci, kde se ještě jednou odstraní zbylá ocel nebo textil. Po odstranění textilní frakce se granulát přemístí k další separaci. [9]



Obrázek 13 Třídící linka

V třídící lince (obr. č. 13.) dojde k dalšímu odstranění ocelových částí a textilu z pryžového granulátu. Díky kluzné dráze a síťovým otvorů se ocel účinně odstraňuje za pomoci magnetů. Materiál zbavený oceli přechází na síťovou jednotku s otvory, kde kmitem propadává pryžový granulát přes síta a textil se shlukuje na horní straně. [9]



Obrázek 14 Třídící linka 2

V další třídící lince (obr. č. 14) dochází k oddělení pryžového granulátu od textilu za pomoci síťových a hladkých vrstev. Dvě sady sít se postarají o usazování granulátu ve dvou úrovních dle požadovaného rozměru. Granulát propadá na spodní vrstvy a textil se shlukuje na vrchní vrstvě. [9]



Obrázek 15 Odsávací linka

Odsávací linka (obr. č. 15) slouží k separaci textilu z pryžového granulátu a dalšímu roztřídění. Pro získání tří velikostí se kombinují jednotky pro prachový odsávací systém, pro separaci textilu a pro roztřídění pryže do tří frakcí. Takový zpracovaný materiál, jakým jsou lehké polétavé částičky, se odsává a dále separuje v odsávací komoře. Za pomoci síťových úseků dochází k dalšímu třídění dle rozměrů. Systém několika sítí oddělí polétavé částičky a větší pryžové částičky. Tato technologie čištění je velmi přesná a rychlá. Výkon je až 6 tun za hodinu. [9]

4.3.2. Výrobky pro sport a zábavu

Společnost MONSTAV CZ s.r.o. v Karlovarském kraji, která má již mnohaleté zkušenosti se zpracováním a s konečnými výrobky pro zákazníky, nabízí například tyto produkty pro sport a zábavu. [5]

Pryžový obrubník – (obr. č. 16) Použití pryžového obrubníku je vhodné na místa, kde hrozí úrazy nebo drobná poranění dětí i dospělých.



Obrázek 16 Pryžový obrubník

Pryžový návlek – (obr. č. 17) Používá se jako chránič na nově vystavěné betonové obrubníky. Velikost i barva pryžového návleku závisí na přání zákazníka.



Obrázek 17 Pryžový návalek

Podlahová krytina – (obr. č. 18) Má široké využití v místech s velkou frekvencí lidí i automobilů. Je vhodná pro přístupové a příjezdové cesty sportovních hřišť, pro pěší zóny, cyklostezky atd. Velmi dobře tlumí pády a je odolná vůči náledí. Dodává se v rozměrech 200x100x70 či 200x100x100 a barva je dle přání zákazníka.



Obrázek 18 Podlahová krytina

Rohože – (obr. č. 19) Jsou vhodné do vnitřních prostor jako jsou například čistící zóny, podlahy pro obsluhu za barem atd. Využívá se také ve fitness tělocvičnách, na sportovních dráhách, atletických hřištích apod. Dodává se ve velikosti 1000x500x25 mm, barva se přizpůsobuje přání zákazníka.



Obrázek 19 Rohože

Polovegetační rohož – (obr. č. 20) Má podobné využití jako u rohoží, ovšem s možností prorůstání travin, popřípadě jiných rostlin. Dodává se v rozměrech 1000x500x25 mm, barva dle přání zákazníka.



Obrázek 20 Polovegetační rohož

Protipádové desky – (obr. č. 21) Slouží k ochraně pádů z větší výšky, jsou protiskluzové. Jsou vhodné pro místa možných pádů z větších výšek, jakou jsou dětské prolézačky,

houpačky, klouzačky. Dodávají se ve velikosti 1000x500x25 mm, barva dle přání zákazníka.



Obrázek 21 Protipádové desky

Ochranný přetok – (obr. č. 22) Používá se jako náhrada bazénových obkladů a to vnitřních i venkovních. Dodává se ve velikosti 500x210x100 mm, barva dle přání zákazníka.



Obrázek 22 Ochranný přetok

Blok na střelnice – (obr. č. 23) Slouží jako absorbátor kinetické energie projektilů do vnitřních i venkovních střelnic. Dodává se ve velikosti 400x200x100 mm, barva dle přání zákazníka.



Obrázek 23 Blok na střelnice

Granulátová stěrka – (obr. č. 24) Je vhodná pro úpravy nových i starších betonových povrchů narušeným povrchem. Takto pokrytý povrch má výborné protiskluzové vlastnosti, zlepšuje estetický vzhled, poskytuje příjemný nášlap. Dodává se v různých velikostech. Hlavní výhody jsou protiskluznost, mrazuvzdornost, snadná instalace a manipulace s výrobkem, barvy s možností melíru nebo jednotné barvy. Dále je velmi pružná a protinárazová.



Obrázek 24 Granulátová stěrka

Color granulát – (obr. č. 25) Používá se jako zásyp do travin pro eliminaci poškození na frekventovaných místech. Dodává se ve velikosti od 0,8 mm do 4,0 mm, nebo 25 mm, barvy jsou v provedení stupnice RAL. [5]



Obrázek 25 Color granulát

4.3.3. Výrobky pro dopravu a průmysl

Dalším využitím recyklovaných výrobků je odvětví dopravy a průmyslu. Lidi často obtěžuje hluk, vibrace, prach atd. S pomocí nových technologií, které dokážou snížit všechny rušivé faktory, je možné lidem umožnit klidnější život. Je zajímavé, že pneumatiky, které slouží automobilům k pohybu a tím vytváří hluk, se po recyklaci využijí k obraně proti němu. Výrobky z recyklovaných pneumatik sehrávají roli v odhlučňování pozemních komunikací, snižování vibrací apod.

Pro dopravu a průmysl jsou k dostání tyto výrobky: [5]

Dilatační tvárnice – (obr. č. 26) Svou úlohu sehrávají při ukládání inženýrských sítí a to na místech, kde dochází k velkým výkyvům teplot, které by mohly mít za následek potrhání nebo jiné deformační změny. Dodávají se ve velikostech 1000x500x100 mm, 1000x250x100 mm, 1000x250x50 mm, barva je černá.



Obrázek 26 Dilatační tvárnice

Ergonometrické rohože – (obr. č. 27) Jsou vhodné do pracovišť, která je potřeba izolovat od okolních vibrací. Tyto povrchy se také hodí tam, kde pracovníci hodně stojí či chodí, protože změkčují nášlap a tím snižují tlak na chodidla. Dodávané velikosti jsou 1000x500x25 mm, barva dle přání zákazníka.



Obrázek 27 Ergonometrické rohože

Protihluková tvárnice – (obr. č. 28) Tvárnice jsou vhodné pro odhlučnění místností jako jsou například kanceláře či zasedací místnosti. Dále se také používají k odhlučnění výrobních hal, které se nacházejí v blízkosti lidských obydlí. Konstrukčně je jejich použití možné při výstavbě sádkartonových příček. Pohltivost je až 13dB. Dodávané velikosti jsou 450x450x80, 900x450x80, barva dle přání zákazníka.



Obrázek 28 Protihluková tvárnice

Antivibrační rohož – (obr. č. 29) Je vhodná pro zmírnění nebo úplné potlačení vznikajících vibrací. Používá se v železniční dopravě, silniční dopravě, průmyslu, strojírenství apod. Dodávané velikosti jsou 1000x500x25 mm, barva dle přání zákazníka.



Obrázek 29 Antivibrační rohož

4.3.4. Využití hypotexu

Hypotex je speciálně upravený textilní výrobek s nepatrnou příměsí gumových granulí. [5] Díky svým vlastnostem je ideální pro jízďárny s koňmi. Je možné ho využívat jak v krytých halách tak i nekrytých halách.

Stačí smíchat s pískem třídy C 0 – 1 a tím se povrch promění na velmi elastický, čímž koním umožňuje měkce došlápnout. Navíc není kluzký. Použitím hypotexu připravíme koním vhodné podmínky pro veškerý pohyb. [5]

- Mladí koně, chovaní pro sportovní účely, by se na tvrdých površích neměli pohybovat. Může dojít k nevratnému poškození kloubů, které u mladých koní ještě nejsou plně vyvinuty.
- U starších koní můžeme očekávat podobné nemoci jako u člověka. Starší lidé trpí revmatismem, artrózou, bolestí zad a kloubů. A jinak tomu není ani u starších koní, čekají je stejné diagnózy jako u lidí. Povrch tvořen hypotexem je pro koně, kteří si v něm libují, úplným rájem.
- Oproti běžným povrchům tvořeným nejčastěji dřevěnými pilinami je hypotex stabilní a při jízdě v halách není vyšlapán. Pouze se lehce vytlačí, ale dál se už nijak nedeformuje.
- Při velkých mrazech se nevytvářejí nášlapky.
- Hypotex je méně náročný, neboť odpadá každoroční shánění dřevěných pilin.
- Hypotex se snadno udržuje a jeho případné poškození se lehce odstraní. Navíc je biologicky nezávadný, je ze 70 procent tvořen celulórou. [5]

4.3.5. Technologie a vlastnosti sorpčních materiálů

Na trhu je již několik vhodných sorpčních materiálů. Dle menších rozdílů ve složení mají různá použití.

SORB –EX – jedná se o mechanicky rozrušenou pryžovou surovinu, kterou získáváme z recyklovaných pneumatik. Tento materiál má velice dobré sorpční vlastnosti vzhledem k širokému množství látek. Sorbent je schopen velmi rychle a s velikou účinností odstraňovat ropné produkty především z vodní hladiny.

SORB-EX plus – (obr. č. 30) je sorpční materiál s přídavkem zdrsňujících surovin, většinou se jedná o tvrdší absorbenty, které napomáhají odstranit tenké olejové vrstvy. Samotný SORB-EX není schopen eliminovat takto vyteklé oleje. Není vhodný pro vodní hladiny, protože zdrsňující příměsí neplavou na vodní hladině.

SORB-EX váže veškeré druhy olejů (přírodní i syntetické), benzin, naftu, etanol, glycerin, metanol, parafin, ftaláty, butylalkohol. [5]



Obrázek 30 Použití SORB-EXu

Aplikace je velmi snadná. Znečištěný povrch nebo vodní hladinu stačí posypat absorbentem a nechat působit. Během reakce stačí promíchat a smést z povrchu, nebo odebrat z vodní hladiny do nepropustných obalů. Při manipulaci je třeba používat ochranné rukavice, brýle a ochranný oděv. Výhody při používání absorbentů jsou: [5]

- vysoká účinnost
- rychlá sorpce
- nízká prašnost
- jednoduché použití
- plave na vodní hladině
- zdravotně nezávadný
- široká možnost aplikace
- nízká cena [5]

Samotný výrobek vzniká z jemné drti pneumatik, a jeho schopnost absorpce je až sedmkrát vyšší oproti běžně používaným prostředkům. Díky svému širokému využití najde své místo při rozsáhlých katastrofách, velmi dobře absorbuje jak na vodní hladině, tak na vozovkách, ve výrobních halách apod. (Dokáže absorbovat jak syntetické tak i přírodní oleje, dále pak etanol, parafin, naftu, benzin, etanol a mnoho dalších chemických látek) Výhodou je velmi rychlá reakce na chemické látky. Mezi další výhody patří to, že je netoxický a práce s ním v celku snadná, stačí ho po reakci zamést z povrchu. Za zmínku stojí též kolik je ho potřeba na odstranění určité chemické látky. Při použití množství 1 m³, což je cca 505 kg, dokáže absorbovat až 1500 litrů oleje, 3000 litrů benzinu nebo 1700 litrů nafty. [4] [5]

5. Závěr

Cílem této bakalářské práce je nahlédnout na problematiku odpadů, zejména vyřazené pneumatiky všech druhů, typů a kategorií. Pneumatiky jsou zákonem zařazeny do systému zpětného odběru.

Pneumatiky jsou odpad jako každý jiný, ale přitom zaujímají trochu jiné postavení nežli ostatní druhy odpadů. Firem, které se zabývají zpracováním a recyklací pneumatik, je v rámci České republiky velmi málo. V Karlovarském kraji se nachází firma MONTSTAV CZ s.r.o., která se již dlouhodobě věnuje zpracováním pneumatik. Vznik společnosti se datuje od roku 1992. Od té doby došlo k mnoha změnám. Dlouhodobé zkušenosti a vývoj této firmy denně napomáhají při zpracování a recyklaci pneumatik, který je trnem v oku každé země. V současnosti se firma zabývá jak recyklací ELT, tak i výrobou produktů ze získaných druhotných surovin. Nyní se dá říct, že tato společnost dokáže vyrobit téměř jakýkoliv tvar, jakékoliv barvy.

V této bakalářské práci jsou základní informace o pneumatikách a jejich druhém životě. Byly zde popsány základní technologie zpracování. Důležitou roli musí sehrát stát s výborně propracovanou legislativou, která v tuto chvíli trochu zaostává. Firmy, které se zabývají zpracováním a recyklací pneumatik, už mají velmi dobré technologické znalosti a jsou schopné zpracovávat velké množství tohoto odpadu za účelem dalšího využití.

Seznam použité literatury

- 1) ŠPŮR, Jaroslav, DREFKO, Filip. Zpětný odběr pneumatik. *Odpadové fórum*, roč. 2009, č 10, s 26-27
- 2) Mikoláš, J.: [i]Recyklace průmyslových odpadů, [i/]1988, SNTL, Praha.
- 3) Měsíčník odpady
- 4) Tušil, P., Kořínek, R.: [i]LCA technologií recyklace pneumatik. [i/] 2005, VÚV T.G.M., Praha.
- 5) MONTSTAV CZ s.r.o.
- 6) BORECKÝ, Karel. Ojeté pláště pneumatik a jejich postavení v systému odpadového hospodářství ČR, *Odpadové fórum*, roč. 2009, č. 10, s. 23-25
- 7) VALTA, Jiří. Nakládání s pneumatikami zařazených do režimu odpadů. *Odpadové fórum*, roč.2010, č. 10, s. 23-25
- 8) ROUČKA, Roman, Recyklace starých pneumatik, *Odpadové fórum*, roč. 2007, č. 4, s . 19

Internetové zdroje

- 9) <http://www.arcon-environmental.cz/>
- 10) <http://www.pneucentrum.cz/>
- 11) <http://www.pneurevue.cz>
- 12) <http://www.pneu-asistent.cz/>
- 13) <http://www.jankonnex.cz/produkty>
- 14) <http://www.koltico.cz/kategorie/historie.aspx>
- 15) <http://www.pneumatiky.cz/info/slovnicek-pojmu.html>
- 16) <http://www.ekotrend.cz/index.cz.html>
- 17) <http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf>
- 18) <http://www.odpadoveforum.cz/prilohy/Priloha3.pdf>
- 19) <http://www.protektorypraha.cz/pneumatiky/technicky-radce>
- 20) <http://odpady.ihned.cz/c1-19273920-na-pneumatiky-ozonem>

Seznam obrázků

Obrázek 1 Jednotlivé části pneumatiky	- 3 -
Obrázek 2 Detail vzorku pneumatiky	- 4 -
Obrázek 3 Diagonální technologie	- 6 -
Obrázek 4 Radiální technologie.....	- 6 -
Obrázek 5 Chemické složení pneumatik	- 8 -
Obrázek 6 Obecný vzorec přírodního kaučuku	- 9 -
Obrázek 7 Frekce granulometrie od 0,8 mm - 6,5 mm	- 15 -
Obrázek 8 Produkce vyřazených pneumatik v ČR	- 19 -
Obrázek 9 Nakládání s pneumatikami v roce 2009	- 19 -
Obrázek 10 Sekací stroj	- 22 -
Obrázek 11 Předdrťící technologie	- 23 -
Obrázek 12 Granulátor.....	- 23 -
Obrázek 13 Třídící linka	- 24 -
Obrázek 14 Třídící linka 2	- 24 -
Obrázek 15 Odsávací linka	- 25 -
Obrázek 16 Pryžový obrubník	- 25 -
Obrázek 17 Pryžový návlek	- 26 -
Obrázek 18 Podlahová krytina.....	- 26 -
Obrázek 19 Rohože.....	- 26 -
Obrázek 20 Polovegetační rohož	- 26 -
Obrázek 21 Protipádové desky	- 27 -
Obrázek 22 Ochranný přetok	- 27 -
Obrázek 23 Blok na střelnice.....	- 27 -
Obrázek 24 Granulátová stěrka.....	- 28 -
Obrázek 25 Color granulát.....	- 28 -
Obrázek 26 Dilatační tvárnice	- 29 -
Obrázek 27 Ergonometrické rohože	- 29 -
Obrázek 28 Protihluková tvárnice	- 29 -
Obrázek 29 Antivybrační rohož.....	- 29 -
Obrázek 30 Použití SORB-EXu	- 31 -

Seznam tabulek

Tabulka 1 Frakce granulometrie	- 15 -
Tabulka 2 Vývoj nakládání a produkce s vyřazenými pneumatikami.....	- 20 -